

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора

Онищенко Олега Анатолійовича на дисертаційну роботу

БРУНЕТКІНА ВОЛОДИМИРА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

«Підвищення переробки органічних відходів довільного складу за рахунок автоматичного керування подачі сировини», яку представлено на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», із зазначенням наукового рівня дисертації і наукових публікацій

Актуальність обраної теми.

Дисертаційна робота присвячена розробці умов підвищення продуктивності та конкурентоспроможності установки термічної деструкції для переробки органічних відходів довільного складу при їх термічній утилізації. Підвищення якісних показників установки пропонується здійснити за рахунок використання результатів ідентифікації складу сировини та використання у системі управління моделей розрахунку рівноважного складу продуктів термічної деструкції. Основна увага дослідження приділяється розвитку імітаційної моделі системи керування установкою термічної деструкції для переробки органічних відходів довільного складу. Пропонована у роботі модель, поточні розв'язки моделі об'єкта керування (у вигляді витрати рециркуляційних продуктів термічної деструкції та мінімальну кількість повітря і високу вологість органічної сировини) використовує для розрахунку регульованих параметрів (заповнення газгольдера, витрату продуктів термічної деструкції, визначення температури протікання процесу термічної деструкції, складу її продуктів) та керуючих впливів системи керування. А саме впливів, у вигляді витрати органічної сировини, повітря, рециркуляційних продуктів термічної деструкції, для компенсації зовнішніх збурень (задана витрата продуктів термічної деструкції та склад органічної сировини), це дає можливість підвищити продуктивність та конкурентоспроможність всієї установки.

Отримані результати є важливим внеском у розвиток сучасних систем керування установками термічної переробки відходів і можуть бути використані для подальших розробок, спрямованих на підвищення ефективності, надійності та безпеки аналогічних установок, що є актуальним в умовах сучасних енергетичних викликів.

Актуальність роботи, також, зумовлена необхідністю підвищення продуктивності та конкурентоспроможності систем термічної переробки відходів.

Новизна представлених теоретичних та експериментальних результатів дослідження.

Положення, що сформульовані у вигляді тез наукової новизни, у сукупності вирішують нове наукове завдання, важливе для галузі знань «Автоматизація та приладобудування», зокрема зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Слід погодитися, що дана робота містить раніше незахищені наукові положення та нові науково обґрунтовані результати. А саме:

- знайшла подальший розвиток модель визначення складу продуктів термодеструкції за відомого складу вихідної органічної сировини, яка складається з рівнянь закону діючих мас, закону збереження речовини, де замість концентрацій продуктів розкладання використані їх мольні частки, що дало можливість одночасного врахування газової та конденсованої фаз;

- знайшла подальший розвиток модель ідентифікації бруто-формули та ентальпії продуктів термодеструкції за рахунок вимірювання технологічних параметрів процесу їх допалювання у спеціальному пристрої, що дало можливість визначення бруто-формули та ентальпії вихідної органічної сировини;

- вперше запропоновано метод синтезу моделі об'єкта керування у вигляді системи диференціальних рівнянь, за рахунок використання метода апроксимації Паде по експериментальним даним, що дало змогу отримати передавальну функцію об'єкта керування;

- отримала подальший розвиток імітаційна модель системи керування установкою термічної деструкції для переробки органічних відходів довільного складу, яка поточні розв'язки моделі об'єкта керування, у вигляді витрати рециркуляційних продуктів термічної деструкції та мінімальну кількість повітря і високу вологість органічної сировини використовує для розрахунку регульованих параметрів (заповнення газгольдера, витрату продуктів термічної деструкції, температуру протікання процесу термічної деструкції та складу її продуктів) та керуючих впливів автоматизованої системи керування у вигляді: витрати органічної сировини, повітря, рециркуляційних продуктів термічної деструкції, для компенсації зовнішніх збурень (задана витрата продуктів термічної деструкції та

склад органічної сировини), що дало можливість підвищити продуктивність та конкурентоспроможність автоматизованої системи керування.

Додатково потрібно зазначити, що пункти наукової новизни теоретичних та експериментальних результатів дослідження опубліковані в наукових періодичних виданнях:

– Brunetkin O., Beglov K., Brunetkin V., Maksymov O., Maksymova O., Havaliukh O., Demydenko V. Construction of a method for representing an approximation model of an object as a set of linear differential models // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 6/2 (108), 66–73. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.220326> (SCOPUS)

– Brunetkin O., Maksymov M., Brunetkin V., Maksymov O., Dobrynin Y., Kuzmenko V., Gultsov P. Development of the model and the method for determining the influence of the temperature of gunpowder gases in the gun barrel for explaining visualize of free carbon at shot // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. 4/1 (112), 41–53. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239150> (SCOPUS)

– Брунеткін В.О., Давидов В.О., Тарахтій О.С. Дослідження термохімічної конверсії органічних речовин з використанням рівноважної моделі // Вісник Херсонського національного технічного університету / Інженерні науки. 2023. 2(85), 9–19. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.2.1>

– Брунеткін В.О., Давидов В.О., Тельпіс Р.Ф., Жанько К.О. Метод мінімізації втрати з димовими газами шляхом управління їх кількістю при змінному навантаженні котла // Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2024. Том 35 (74), №1, 111–117. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.1.1/17>

– Davydov V., Brunetkin V., Lysiuk G. Solution of the Inverse Incorrectly Posed Problem by the Library Method. // Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 12, Issue 1, pp. 97-103. DOI:10.25673/115647; PPN 1884680704 (ISSN 2199-8876) (SCOPUS).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень є достатньо високим, підтверджується коректно сформульованою метою роботи, яка ґрунтується на детальному аналізі літературних джерел за обраною тематикою, пов'язаною з

роботою систем керування процесом термодеструкції органічних речовин змінного складу, гармонійному поєднанні мети та задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставлених та проаналізованих отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, якісному формулюванні отриманих висновків.

По-перше, ступінь обґрунтованості наукових положень доведено сформульованими завданнями дисертаційного дослідження:

- проаналізувати джерела органічних відходів довільного складу, що є сировиною для виробництва горючих газів, для формалізації задач управління;
- розробити методи та моделі ідентифікації складу сировини за рахунок визначення рівноважного складу продуктів термічної деструкції;
- розробити модель об'єкта керування автоматизованої системи для установки термічної деструкції при переробці органічних відходів довільного складу;
- розробити модель автоматизованої системи установки термічної деструкції для переробки органічних відходів довільного складу.

По-друге, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій доведено застосованими сучасними методами досліджень.

При аналізі існуючих способів підвищення продуктивності та конкурентоспроможності автоматизованої системи керування установкою термічної деструкції для переробки органічних відходів довільного складу при їх термічній утилізації, використано наукове узагальнення та систематизація. При розробці моделі визначення довільного складу газоподібного палива в режимі реального часу використані положення теорії хімічної кінетики і рівняння матеріального балансу.

Для створення на основі експериментальних даних лінійної диференціальної моделі об'єкта використано добре апробований метод апроксимації Паде.

Доцільно використані відомі чисельні та аналітичні методи розв'язання диференціальних рівнянь; методи чисельного моделювання зміни властивостей об'єкта керування. Додатково застосовувалися сучасні системи комп'ютерної математики для обчислення значень параметрів систем управління теплоенергетичним обладнанням.

Рівень виконання поставленого наукового завдання.

Високий рівень сформульованого наукового завдання полягає у підвищенні якості процесів термічної переробки органічних речовин, завдяки використанню запропонованої автоматизованої системи управління установкою термічної деструкції органічної сировини довільного складу, яка функціонує на базі використання різних моделей математичного представлення. Саме це використовується для підвищення ефективності переробки органічних відходів довільного складу і доводиться наступними чинниками.

Безпосередньою участю здобувача у дослідженнях за означеною тематикою у держбюджетних НДР за темами: «Підвищення ефективності комп'ютерно-інтегрованих систем управління (KICU) за рахунок моделювання нелінійних високоенергетичних динамічних процесів» (НДР № 235-47, № 0123U102484) і «Розробка моделі і методу ефективного керування експлуатацією енергоустановок від поновлюваних джерел енергії для забезпечення балансу енергосистеми» (НДР № 205-55, №0122U000565).

Відсутністю порушення академічної доброчесності. Одним з об'єктивних елементів доказу відсутності порушення академічної доброчесності є публікації Брунеткіна В. О. в рецензованих журналах, які перевіряють подані публікації на відсутність запозичень. Крім того, підтвердженням дотримання автором вимог академічної доброчесності є протокол програми *StrikePlagiarism* від 15.06.2024 року. Представлений протокол опрацьовано фахівцями кафедри програмних і комп'ютерно-інтегрованих технологій та членами групи забезпечення підготовки докторів філософії по ОНП за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», які зробили висновок, що дисертаційна робота відповідає нормам академічної доброчесності. В цілому, при підготовці відгуку, в тексті дисертації не було знайдено порушення академічної доброчесності.

Повнотою викладення результатів досліджень в наукових публікаціях за темою дисертації. Наукові результати дисертації, викладені у публікаціях у повній мірі відображають основні результати дослідження. Результати наукових досліджень представлено в 5 друкованих працях у спеціалізованих наукових виданнях, рекомендованих для опублікування МОН України (у тому числі 3 реферуються в системі SCOPUS), а також 3 тезах міжнародних конференцій.

У наведених роботах достатньо повно відображені основні наукові положення дисертації. При оприлюдненні наукових результатів було дотримано

вимоги «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», згідно з Постановою КМ України №44 від 12.01.2022, зі змінами, внесеними відповідно до Постанови КМ України № 341 від 21.03.2022, Постановою КМ України № 502 від 19.05.2023, та Постановою КМ України № 507 від 03.05.2024.

Значимістю отриманих результатів для практичного використання. На підставі дисертаційного дослідження можливе створення автоматизованої системи керування для установки термодеструкції, яка дозволяє стабілізувати технологічний процес отримання продукт-газу на заданих значеннях параметрів. Це значно спрощує та покращує процес виробництва, забезпечуючи більшу точність та стабільність виробничого процесу.

Практичні положення дисертації впроваджені в Національному університеті «Одеська політехніка» при підготовці бакалаврів та магістрів за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» в Інституті штучного інтелекту та робототехніки (ІШІР) на кафедрі «Програмних і комп'ютерно-інтегрованих технологій» при викладанні наступних дисциплін: «Структурна та параметрична оптимізація», «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів», «Динаміка теплових процесів», «Моделювання теплоенергетичного обладнання в АСУ».

Оцінка оволодіння здобувачем методології наукової діяльності.

Брунеткін В. О., дисертаційною роботою «Підвищення переробки органічних відходів довільного складу за рахунок автоматичного керування подачі сировини» доводить, що вільно використовує положення і принципи методології наукової діяльності та відповідає вимогам, визначеним у освітньо-науковій програмі (ОНП) 3-го рівня університету зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Це доведено, також, особисто отриманими здобувачем науково обґрунтованими результатами, які викладені в аргументованих тезах наукової новизні. Методологія наукового дослідження, яку застосовано при досягненні мети роботи, добре узгоджена з загальною ціллю ОНП. Отримані наукові результати відповідають програмним предметним, фаховим і інноваційним компетентностям ОНП спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» університету.

За дисертаційною роботою є наступні питання і зауваження.

1. У роботі використовуються різні терміни: піроліз, термодеструкція, спалювання... . Не ясно, як вони між собою співвідносяться у даному контексті роботи?

2. Пропонований метод визначення складу вихідного продукту, що переробляється, передбачає організацію оптимального (за якими критеріями – бажано більш лаконічно і якісно сформулювати) процесу його спалювання. Не ясно, чому для цієї мети не використовується екстремальний регулятор, наприклад, пошукового типу за температурою спалювання?

3. Запропонований метод бібліотеки передбачає заздалегідь відомий елементний склад (хімічні елементи) вихідної сировини. На скільки це відповідає реальній ситуації?

4. У формулі 3.27 не зрозуміло, за якої причини (у чому сенс?, чи це помилка? тощо) є виділення елемента, винесеного за квадратні дужки?

5. З рисунку 3.9 випливає, що результати апроксимації методом Паде з прийнятною точністю відображають експериментальні дані на меншому інтервалі аргументу, ніж результати апроксимації, проведеною, наприклад, за допомогою ряду Тейлору. Не ясно, яке обґрунтування, яка причина використання саме апроксимації методом Паде?

6. У тексті дисертаційної роботи зустрічаються стилістичні неточності та аббревіатури без попереднього розшифрування, що суттєво ускладнює аналіз роботи.

Наведені зауваження не знижують високий науковий рівень роботи та її наукову і практичну цінність.

Оцінка дисертації в цілому.

Науковий рівень та повнота дисертаційної роботи відповідають вимогам п.п. 7, 8 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» щодо дисертацій, поданих на здобуття наукового ступеня доктора філософії затверджених Постановою КМ України № 44 від 12.01.2022 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» зі змінами внесеними згідно з Постановою КМ України № 341 від 21.03.2022, Постановою КМ України № 502 від

19.05.2023, та Постановою КМ України № 507 від 03.05.2024, оскільки наведені в ній науково обґрунтовані результати у сукупності вирішують актуальну наукову задачу підвищення ефективності використання енергоресурсів, одержуваних у процесі керованої термодеструкції органічної сировини змінного складу, та зменшення впливу на навколишнє середовище за рахунок ідентифікації складу сировини методами та моделями розрахунку рівноважного складу продуктів розкладання.

Вважаю, що автор дисертації «Підвищення переробки органічних відходів довільного складу за рахунок автоматичного керування подачі сировини» Брунеткін Володимир Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування».

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

Заслужений діяч науки і техніки України,

професор кафедри технічної експлуатації флоту

Національного університету

"Одеська морська академія"

29.08.2024



Олег ОНИЩЕНКО